Vorrichtung und Verfahren zum Erfassen und Speichern von Prozessparametern in rauen Umgebungen - Gert vom Bögel, Holger Kappert, Hoc Khiem Trieu Fraunhofer-IMS

Das Messen und Speichern von Prozessparametern zum späteren Nachweis der Einhaltung von Vorgaben in rauen Umgebungen eröffnet interessante Eingriffsmöglichkeiten zur Qualitätssicherung und Prozessführung, insbesondere bei Produktionsabläufen im Durchlaufverfahren ("Endlosproduktion").
Auch die prozessintegrierte Erfassung und Dokumentation wesentlicher Prozess- und Werkstückparameter in der Losfertigung ist von vergleichbarer Wichtigkeit.

Als Beispiele für endlos fertigende Abläufe zählen insbesondere Produktionsabläufe, die Bahnenware (wie z. B. Papierbahnen bei der Papierherstellung und -Verarbeitung, z. B. zu Druck- bzw. Prägeerzeugnissen wie z. B. Tapeten, Klebestreifen - auch aus Kunststoff bzw. aus Gewebe, aber auch Bahnerzeugnisse in der Textilindustrie und Laminaterzeugnisse wie z. B. Vielschichtplatten in der Holzindustrie, Mehrlagenhalbzeuge aller Art, etc.) zum Gegenstand haben.

Das Besondere im praktischen Einsatz ist die Umgebung bzw. das technische Umfeld: sowohl hohe Temperaturen (teilweise größer 125 °C) als metallische Werkzeuge, Konstruktionsteile und Werkstoffe setzen Limitierungen für Lösungsansätze. Unter solchen Randbedingungen wird insbesondere die Nutzung von Standard- CMOS-Komponenten und insbesondere die Nutzung von drahtlosen Übertragungstechniken schwierig.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die es gestattet, insbesondere bei Prozessen der Fließfertigung und insbesondere auch in rauen Prozessumgebungen einen oder mehrere wesentliche Parameter des Prozesses und/oder des dem Prozess unterworfenen Werkstücks zu erfassen, ggf. auf Grund der festgestellten Maschinen- und/oder Werkstückparameter den Prozess zu beeinflussen und insbesondere auch die momentan ablaufenden bzw. auf das Werkstück einwirkenden Prozessparameter zum Zwecke der Dokumentation bzw. Reproduktion orts- und zeitaufgelöst zu dokumentieren.

Aufgabe der Erfindung ist es auch, ein Verfahren bereit zu stellen, das eine Zeit- und/oder ortsaufgelöste Erfassung und Reproduktion bzw. Dokumentation der beim Produktionsprozess einwirkenden Parameter ermöglicht.

Das Lösungskonzept in seiner allgemeinen Form sieht vor, eine Bearbeitungsmaschine (für Fliesfertigung bzw. für Losfertigung) zusätzlich mit Gebern (Sensoren) für die Erfassung von Prozessdaten auszustatten, bzw. soweit diese Geber und Sensoren bereits (für andere Zwecke) vorhanden sind, die damit generierten Messwerte bzw. Daten erfindungsgemäß zu verwenden.

Hierzu zählen beispielsweise Sensoren für wesentliche und spezifische Prozessparameter wie Temperatur, Druck, Feuchtigkeit, etc. des durchlaufenden Werkstücks.
Aber auch wesentliche Parameter der eingesetzten Bearbeitungsmaschine wie Betriebsstundenzahl, Informationen über bekannte Einstellungen, deren Veränderung bzw. Toleranzen, etc. können nach dem Lösungskonzept mit erfasst werden.

Ergänzt werden die Geber durch Zeit(marken-)geber sowie ggf. durch Orts(marken)-geber, um insbesondere bei Werkstücken mit einer großen Längen- bzw. Flächen-ausdehnung eine zeit- und/oder ortsaufgelöste Dokumentation der aufgetretenen Prozessparameter an bzw. auf dem fließgefertigten Werkstück bzw. Halbzeug vornehmen zu können.

Dazu verfügt die Bearbeitungsmaschine über wenigstens ein Schreib-Lesegerät für RFID-Tags. Die dem Produktionsprozess unterworfenen Werkstücke bzw. zu bearbeitenden Materialien sind mit einem oder bei Bedarf mit mehreren RFID-Tags (z. B. in Form von RFID- Etiketten, in die zu bearbeitende Bahnen, z. B. an deren Rand, außerhalb der Bearbeitungszone) eingebettete RFID- Chips oder dergleichen) ausgestattet, die in ihrem Speicher neben der eindeutigen Tag- ID auch anwenderspezifische Daten speichern können, die insbesondere aus dem Prozess bzw. aus der Bearbeitungsmaschine stammen und über die beschriebenen Geber ermittelt wurden. Während des Bearbeitungsvorgangs erfasst die Bearbeitungsmaschine wesentliche und spezifische Prozess- und/oder Maschinendaten und speichert diese und ggf. zusätzliche Daten während oder unmittelbar nach der Bearbeitung in den mindestens einen RFID-Tag, der am Werkstück bzw. am Halbzeug befindlich ist. Die Daten können insbesondere auch manipulationssicher und zugriffsgeschützt geschrieben werden. Gleichzeitig können alle relevanten Daten z. B. über eine LAN- Anbindung der Geber in der Bearbeitungs-maschine zusätzlich auch zentral gespeichert werden.

Der Vorteil dieses Lösungskonzeptes liegt in dem Effekt, dass der wenigstens eine RFID-Transponder lediglich zur Identifikation und Speicherung verwendet wird. Physikalisch anspruchsvolle Messungen mit der zugehörigen Sensorik und Messwert(-vor)verarbei-tung finden nicht im Transponder selbst, sondern in der Bearbeitungsmaschine statt. Zur Produktions- bzw. Qualitätskontrolle während eines Prägeprozesses werden wesentliche und spezifische Parameter für den Prozess, die Prägemaschine und/oder das Werkstück von den erfindungsgemäß vorgesehenen Gebern erfasst und in mindestens einem am Werkstück befindlichen RFID- Tag (Transponder) gespeichert.

Um insbesondere bei endloser Fließfertigung auch eine Ortsauflösung dahingehend zu erhalten, dass eine Dokumentation über die Prozess-, Maschinen- und/oder Werkstückparameter zu einem interessierenden Längen- bzw. Flächenausschnitt aus dem bahnförmigen Produktionsergebnis vorhanden ist, die insbesondere auch später (z. B. im Zuge der Qualitätsüberwachung, bei Reklamationen bzw. zum Zweck der Prozessoptimierung) Rückschluss auf die seinerzeit vorhandenen Randbedingungen ermöglicht, ist erfindungsgemäß vorgesehen eine Vielzahl von RFID- Tags entlang und/oder flächig verteilt angeordnet am Werkstück bzw. Halbzeug anzubringen.

Anwendungsbeispiel 1: Produktion von Bahnenware

Die Bearbeitungsmaschine ist ein (mobiler) Prägeautomat für Tapeten. Die zu prägende Bahn (aus Papier, Papierlaminat, Kunststofffolie, Verbundmaterial, etc.) ist in regel-mäßigem Abstand mit RFID-Tags bestückt. Während der Prägung messen die erfindungsgemäß vorgesehenen Geber im Prägeautomat beispielsweise den einwirkenden Druck, die Temperatur sowie optional z. B. auch die Feuchtigkeit (z. B. über Realteil und/oder Imaginärteil der Leitfähigkeit) der Bahn im Einlaufbereich der Prägemaschine.

Diese Geber- bzw. Prozessdaten werden - ggf. ergänzt durch Zeit(-marken)daten und/oder Orts(-marken)daten - maschinenintern abgespeichert und gehalten. Zudem versucht das wenigstens eine Schreib-/Lesegerät RFID-Tags im nächsten Umfeld der Bearbeitungsstelle in der Bearbeitungsmaschine (z. B. am Maschinen- Ein und/oder Auslauf) durch Leseanfrage zu identifizieren bzw. zu aktivieren und die jeweils eindeutige ID-Kennung des Tags zu lesen. Dazu befindet sich wenigstens eine Leseantenne entweder direkt auf dem (metallischen) Prägeblock mit der Oberfläche direkt zur Bahn gerichtet oder am hinteren oder vorderen Teil des Prägeautomaten. Sobald ein RFID-Tag in den Lesebereich der Antenne gelangt, schreibt das Schreib-Lesegerät die aktuelle, zu der Position gehörenden zeit- und/oder ortsaufgelösten Daten auf den RFID-Tag.

Es ist ersichtlich, dass durch entsprechende Konfiguration von mehreren Leseantennen auch eine örtlich gerichtete Selektivität hinsichtlich der Erfassbarkeit von RFID- Tags erreicht werden kann. Über ein dazu angepasstes Datenmanagement der Geberdaten in der Bearbeitungsmaschine kann erreicht werden, dass auf örtlich verteilten RFID- Tags jeweils nur die Prozessdaten bzw. -Parameter geschrieben werden, die entsprechend der örtlichen Positionierung bei der Bearbeitung auf die Bahn eingewirkt haben. Im Falle, dass die Schreib-/Leseantenne vor oder hinter dem Prägeautomat angeordnet ist, braucht der RFID-Tag nicht unter einer unter Umständen hohen Prozesstemperatur betrieben zu werden. Lediglich die Lagebeständigkeit des RFID-Tags unter einer hohen Prozesstemperatur muss gewährleistet sein. Falls der RFID-Tag vor dem Durchlaufen des Prägeautomats mit Prozessparametern des durchlaufenden Werkstücks beschrieben wird, muss der Tag den Datenerhalt bei der Prozesstemperatur sicherstellen.
Setzt man zusätzlich hochtemperaturtaugliche RFID-Tags ein, können diese auch während des Durchlaufs unter dem Prägeautomat bei einer hohen Betriebstemperatur mit den Prozessparametern beschrieben werden. In diesem Fall sind an der Unterseite des Prägeautomats in unmittelbarer Nähe zum Werkstück die Schreib-/Leseantenne anzubringen.
Die Antenne ist bevorzugt als Array anzuordnen, sodass der RFID-Tag in der Nähe der jeweiligen Antenne ausreichend mit Feldlinien durchsetzt wird und somit mit genügend Energie versorgt wird.

Vorteilhafter weise wird ein kleiner nichtmetallischer Abstandhalterblock zwischen dem üblicherweise metallischen Prägeblock und dem Werkstück, in dem das Antennenarray eingebettet ist, eingefügt um den Störeinfluss von metallischen Konstruktionsteilen, wie hier des metallischen Prägeblocks zu reduzieren.

Anwendungsbeispiel 2: Aufbringen von Strassenbelägen

Die Anwendung der Erfindung ist nicht auf den industriellen Einsatz beschränkt, sondern kann z. B. auch im Rahmen der Baustellenfertigung erfolgen.

Beim Teeren von Straßen werden in regelmäßigen Abständen RFID-Tags mit in den Strassenbelag verlegt, um lokal aufgelöst die Temperatur und den Druck beim Teeren zu erfassen. Die Teermaschine ist mit entsprechenden Gebern zur Messung der Temperatur und des Anpressdruckes ausgestattet. Die Prozessparameter werden erfasst und gespeichert. Ein an der Maschine angebrachtes Schreib-/Lesegerät schreibt die Daten auf die verlegten RFID-Tags. Die Schreib-/Leseantenne kann wie in dem Ausführungsbeispiel 1 vor, hinter oder direkt unter der Maschine angebracht sein.